



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 37 567 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 16 C 33/10**  
H 02 K 5/167

⑲ Aktenzeichen: 199 37 567.4  
⑳ Anmeldetag: 9. 8. 1999  
㉑ Offenlegungstag: 16. 3. 2000

**DE 199 37 567 A 1**

⑥⑥ Innere Priorität:  
198 41 655. 5 11. 09. 1998

⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE; Karl  
Simon GmbH & Co KG, 78733 Aichhalden, DE

⑦④ Vertreter:  
Jeck . Fleck . Herrmann Patentanwälte, 71665  
Vaihingen

⑦② Erfinder:  
Dornhoefer, Gerd, Dr., 71229 Leonberg, DE; Koch,  
Hans-Peter, Dr., 70435 Stuttgart, DE; Vogt, Andreas,  
Dr., 71272 Renningen, DE; Broghammer, Thomas,  
78733 Aichhalden, DE; Kurz, Guido, 78664  
Eschbronn, DE; Stehr, Werner, 72160 Horb, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Sintergleitlager für Motoren und Getriebe

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Sintergleitlager für Motoren und Getriebe mit einer von einer Lagerbohrung gebildeten und mit Schmierstoff aus Schmierstoffdepots im Lager beaufschlagbaren Lauffläche, bei dem die Lagerbohrung über den Umfang verteilt abwechselnd hoch verdichtete, kleinporeige Laufflächen und axial verlaufende niedrig verdichtete, offenporige Schmierstoffdepots aufweist. Die Schmierung wird insbesondere in den Anfangsphasen des Betriebes dadurch verbessert, dass die Schmierstoffdepots durch Rillenstrukturen mit mindestens zwei Längsrillen gebildet sind und dass zumindest in einem Teil der Rillenstrukturen ein Teil der zwischen benachbarten Längsrillen verbleibenden Rillenkuppen mit der von der Lagerbohrung aufgenommenen Welle zur Schmierstoffübergabe in Kontakt stehen.

**DE 199 37 567 A 1**

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Sintergleitlager für Motoren und Getriebe mit einer von einer Lagerbohrung gebildeten und mit Schmierstoff aus Schmierstoffdepots im Lager beaufschlagbaren Lauffläche, bei dem die Lagerbohrung über den Umfang verteilt abwechselnd hoch verdichtete, kleinporeige Laufflächen und axial verlaufende niedrig verdichtete, offenporige Schmierstoffdepots aufweist.

Ein derartiges Sintergleitlager ist aus der DE-Z Tribologie + Schmierungstechnik, 45. Jahrgang, 1/1998, Seiten 47/48 bekannt. Die Schmierstoffdepots werden als im Querschnitt dreieckförmige Nuten in die Lagerbohrung des Sinterkörpers eingebracht, während die Laufflächen zwischen den Nuten durch Kalibrieren verdichtet werden. Diese Schmierstoffdepots können wohl Schmierstoff aufnehmen, der beim Betrieb aus dem Sinterlager, d. h. den nicht hoch verdichteten Bereichen desselben, verdrängt wird, sie können aber insbesondere in den Anlaufphasen des Betriebes nichts Wesentliches zum Schmieren der Laufflächen der Lagerbohrung und der darüber gleitenden Welle beitragen.

Dies gilt sinngemäß auch für ein Sintergleitlager nach der US 5,704,718, bei dem die Schmierstoffdepots große U-förmige Nuten bilden, deren Nutgrund gegenüber den Laufflächen mit größerem Durchmesser abgesetzt sind. Der im Bereich dieser Nuten im Stillstand gespeicherte Schmierstoff kann in den Anfangsphasen des Betriebes nicht wirksam zur Schmierung beitragen. Die Schmierstoffdepots müssen sich vorher mit Schmierstoff füllen, um eine wirkungsvolle Schmierung der Welle in der Lagerbohrung zu erreichen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, bei einem Sintergleitlager der eingangs erwähnten Art insbesondere in den Anfangsphasen des Betriebes die Schmierung zu verbessern, ohne die im Betrieb durch den in den Schmieröldepots gelangten Schmierstoff vorgenommene Schmierung zu beeinträchtigen.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, dass die Schmierstoffdepots durch Rillenstrukturen mit mindestens zwei Längsrillen gebildet sind und dass zumindest in einem Teil der Rillenstrukturen ein Teil der zwischen benachbarten Längsrillen verbleibenden Rillenkuppen mit der von der Lagerbohrung aufgenommenen Welle zur Schmierstoffübergabe in Kontakt stehen.

Ist nach dem Betrieb der Schmierstoff von dem niedrig verdichteten Bereich der Rillenstrukturen wieder aufgenommen, d. h. die Längsrillen der Rillenstrukturen schmierstofffrei, dann stehen zumindest einige Rillenkuppen nach wie vor mit der Welle für eine Schmierstoffübertragung in Kontakt, so dass schon in der Anfangsphase eines nachfolgenden Betriebes eine Schmierung der Welle stattfindet, die in die Betriebsschmierung aus den Längsrillen übergeht.

Die beim Pressen des Grünlings eingebrachten Rillenstrukturen werden beim Kalibrieren nicht weiter verdichtet und bleiben daher offenporig, so dass ihre Speichervermögen unabhängig von der Festigkeit der Laufflächen bleiben.

Für die Schmierstoffzirkulation ist die Auslegung der Rillenstrukturen vorzugsweise so, dass die Breite der als Kapillarrillen ausgebildeten Längsrillen mindestens 20-mal kleiner ist als die Steighöhe des verwendeten Schmierstoffes in einer Glaskapillare mit einem Durchmesser von 1 mm.

Der Nutgrund der Längsrillen und die Rillenkuppen sind abgerundet und weisen einen Radius auf, der mindestens 2-mal kleiner ist als die Breite der Längsrillen.

Da die Rillenkuppen zwischen benachbarten Längsrillen nur zur Schmierstoffübertragung auf die Welle mit dieser in Kontakt stehen, sind sie nichttragend beteiligt. Ihre gerin-

gere Belastbarkeit aufgrund der Offenporigkeit und der niedrigeren Dichte hat dann keine negativen Auswirkungen auf die Lebensdauer des Sintergleitlagers.

Die Längsrillen verbreitern sich konisch mit einem Öffnungswinkel kleiner als  $12^\circ$  zur Welle hin.

Das Speichervermögen an Schmierstoff läßt sich nach einer Weiterbildung dadurch noch vergrößern, dass in die Stirnseiten und/oder die Außenfläche zusätzliche, rillen- oder sacklochartige offenporige Schmierstoffdepots eingebracht sind, die im Öffnungswinkel, der Breite und im Radius des Rillengrundes an die entsprechenden Abmessungen der Längsrillen angepaßt sind.

Die offenporigen Schmierstoffdepots der Stirnseiten können dabei als konzentrische Rillenringe und/oder Rillenringabschnitte ausgebildet sein, die über Radialrillen zu der Lauffläche des Sintergleitlagers geführt sind. Die Rillenringabschnitte sind dabei länger als 0,2 mm.

Über die Stirnseiten können auch gleichmäßig verteilt Radialrillen eingebracht sein, die sich von der Außenfläche zu der Lauffläche des Sintergleitlagers erstrecken.

Für die offenporigen Schmierstoffdepots in der Außenfläche ist nach einer Ausgestaltung vorgesehen, dass in die Außenfläche Umfangsrillen und/oder Umfangsrillenabschnitte und/oder Sacklöcher als Schmierstoffdepots eingebracht sind. Dabei können die Umfangsrillen und/oder Umfangsrillenabschnitte mittels quer verlaufender Verbindungsrillen miteinander verbunden sein. Für die Auslegung aller Schmierstoffdepots wird zudem vorgesehen, dass die Tiefe der Längsrillen, der Radialrillen, der Rillenringe und/oder Rillenringabschnitte und der Umfangsrillen und/oder Umfangsrillenabschnitte kleiner ist als die halbe Steighöhe des Schmierstoffes in einer Glaskapillare mit einem Durchmesser von 1 mm.

Die Erfindung wird anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in perspektivischer Ansicht ein Sintergleitlager mit über den Umfang der Lagerbohrung verteilten Rillenstrukturen als Schmierstoffdepots sowie weiteren Schmieröldepots in den anderen Flächen des Sintergleitlagers vor der Kalibrierung der Laufflächen und

Fig. 2 im Querschnitt die Lagerbohrung eines anders gestalteten Sintergleitlagers vor und nach der Kalibrierung der Laufflächen.

Wie aus der Fig. 1 zu ersehen ist, wird in einem Sintergleitlager 10 beim Pressen des Grünlings in die Lagerbohrung 11 eine Reihe über den Umfang verteilten Rillenstrukturen 15 eingebracht. Diese Rillenstrukturen 15 weisen mindestens zwei Längsrillen 16r auf, die von einer Rillenkuppe 16k getrennt sind und vorzugsweise parallel zueinander verlaufen. Diese offenporigen Rillenstrukturen 15 sind mit ihren Rillenkuppen 16k gegenüber den Laufflächen 14 zum Außenumfang des Sintergleitlagers 10 hin versetzt. Der Rillengrund 17 der Längsrillen 16r und des Radius der Rillenkuppen 16k ist kleiner als die halbe Breite der Längsrillen 16r, wie aus der Fig. 2 zu entnehmen ist. Die Breite der Längsrillen 16r ist mindestens 20-mal kleiner als die Steighöhe des verwendeten Schmierstoffes in einer Glaskapillare mit einem Durchmesser von 1 mm.

Die Festigkeit des Sintergleitlagers kann durch die Zugabe von kurzfasrigen C-Fasern, Keramikpartikeln oder anderen Partikeln verbessert werden.

Wie die Fig. 1 erkennen läßt, können zusätzliche offenporige Schmierstoffdepots auch in die Stirnseiten 12 und/oder in die Umfangsfläche 13 des Sintergleitlagers 10 eingebracht werden. Für die Breite und den Radius des Rillengrundes derartiger rillenartiger Schmierstoffdepots gilt sinngemäß die entsprechende Abmessung wie bei den Längsrillen 16r der Rillenstrukturen 15. Dasselbe gilt auch für den

Öffnungswinkel der Längsrillen 16r, der kleiner als 12° gewählt wird.

Die Stirnseiten 12 können z. B. mit Radialrillen 22 und Rillenkuppen 23 verschene Bereiche 21 aufweisen, wie die Teilansicht zur Fig. 1 zeigt. Es können aber auch konzentrische Rillenringe oder Rillenringabschnitte 18 als Schmierstoffdepots eingebracht sein, die über Radialrillen 19 zu der Lauffläche 14 führen.

Wie mit 20 und 20a gezeigt ist, lassen sich auch eine oder mehrere konzentrische Ringe von kurzen rillen- oder sacklochartigen Schmierstoffdepots in die Stirnseiten 12 einbringen, die mindestens 0,2 mm lang sind.

Auf der Außenfläche 13 des Sintergleitlagers 10 können Längs- und Umfangsrillen und/oder Längs- und Umfangsrillenabschnitte 25 als zusätzliche offenporige Schmierstoffdepots eingebracht werden, die über querverlaufende Verbindungsrillen miteinander und mit den Stirnseiten 12 verbunden sein können.

Die Tiefe aller Rillen sollte kleiner als die halbe Steighöhe des verwendeten Schmierstoffs in einer Glaskapillare mit einem Durchmesser von 1 mm sein.

Die Schmierstoffdepots in den Stirnseiten 12 vergrößern das externe Schmierstoffspeichervolumen des Lagers und versorgen die axiale Anlauffläche mit zusätzlichen Schmierstoffmengen. Die konvex gewölbten Teilflächen der Stirnabschnitte tragen durch ihre Keilspaltwirkung zum verbesserten dynamischen Betriebszustand des Lagers bei. Die axialen Versorgungsrillen haben zusätzliche Verschleißdepotfunktion und ermöglichen den Schmierstofftransport von den Laufflächen 14 auf die Außenfläche 13.

Auf der Außenfläche 13 angeordnete offenporige Schmierstoffdepots nehmen austretenden Schmierstoff auf und verhindern das Abfließen durch die Schwerkraft, das Abschleudern oder das Kriechen.

Alle zusätzlichen Schmierstoffdepots werden nach dem Füllen des Lagers mit Schmierstoff durch Abschleudern oder Zentrifugieren wieder entleert. Dadurch ist die zusätzliche Depotwirkung erreichbar. Das neue Sintergleitlager 10 verliert im Betrieb bis 80% weniger Schmierstoff. Die Lebensdauer des Sintergleitlagers wird wesentlich erhöht und das Pressen des Lagers durch Übertragsschichtbildung ist erheblich erschwert.

Weiterhin werden Kältegeräusche dadurch verringert, dass bei Volumenkontraktion während der Abkühlung mehr Schmierstoff der Reibstelle zur Verfügung steht.

Die Einbringung der zusätzlichen Schmierstoffdepots dieser Art wird beim Pressen erreicht, so dass keine höheren Herstellkosten anfallen.

Die hoch verdichteten und kleinporigen Laufflächen 14 haben hohe Tragfähigkeit, so dass durch die nahezu massive Struktur derselben ein quasi hydrodynamischer Gleitzustand der Welle erreicht wird. Durch die hohe Porosität im Bereich der Rillenstrukturen 15 wird ein zusätzliches Volumen an Schmierstoff bereit gestellt.

Die Anzahl und die Breite der Längsrillen 16r und der Laufflächen 14 kann in Abhängigkeit vom Anwendungsfall (z. B. mechanische und thermische Belastung) unterschiedlich gewählt werden. Außerdem kann durch die Verdichtung, d. h. Porosität, die Belastungsgröße und das Schmierstoffaufnahmevermögen beeinflusst werden.

Die Rillenstrukturen 15 müssen in Abhängigkeit zur Gestaltung der Laufflächen 14 und des Anwendungsprofils betrachtet werden. Grundsätzlich sind die als Längsrillen 16r der Rillenstrukturen 15 ausgebildeten Schmierstoffdepots in gleicher Anzahl wie die Laufflächen 14 vorhanden. Die Anzahl der Längsrillen 16r der Rillenstrukturen 15 kann gerade oder ungerade sein und muss mindestens 3 betragen. Die Radien der Längsrillen 16r müssen mindestens 0,05 mm

sein und dürfen maximal 0,30 mm betragen. Die Tiefe der Längsrillen 16r ist abhängig von der Viskosität des verwendeten Schmierstoffes und kann bis zu 0,5 mm betragen.

Bei der Auslegung der Lagerbohrung 11 eines Sintergleitlagers 10 nach Fig. 2 werden fünf Abschnitte zu je 72° vorgesehen, wobei jeder Abschnitt eine Rillenstruktur 15 mit fünf Längsrillen 16r und vier Rillenkuppen 16k aufweist. Die am Rande der Rillenstrukturen 15 liegenden Längsrillen 16r gehen über Übergänge 24 in die Laufflächen 14 über. Diese Übergänge 24 können vor der Kalibrierung der Laufflächen 14 noch scharfkantig sein, wie der Fig. 1 zu entnehmen ist. Nach der Kalibrierung sind sie jedoch abgerundet und weisen einen Radius von etwa 0,5 mm auf, wie Fig. 2 zeigt. Der Rillengrund 17 und die Rillenkuppen 16k sind ebenfalls abgerundet und haben einen Radius von 0,15 mm. Die Längsrillen 16r erstrecken sich über etwa 70 des Umfanges der Lagerbohrung 11. Die Tiefe der Längsrillen 16r ergibt sich aus der Differenz der Durchmesser 8,373–8,10 zu 0,273 mm. Vor der Kalibrierung liegen die nicht kalibrierten Laufflächen 14.1 auf einem Durchmesser von 7,70 mm, während nach der Kalibrierung eine Lagerbohrung 11 durch die Laufflächen 14 mit 8 mm Durchmesser und der Toleranz H8 festgelegt ist. Da die Rillenkuppen 16k nicht kalibriert werden und ihren Durchmesser von 8,10 mm beibehalten, stehen zumindest einige der Rillenkuppen 16k infolge des Lagerspiels mit der eingeführten Welle in nichttragendem Kontakt, der zur Schmierstoffübertragung ausreicht.

Die schraffierten Bereiche 14v der Laufflächen werden beim Kalibrieren verdrängt und zur Erhöhung der Dichte verwendet. Die Rillenstrukturen 15 erstrecken sich vor dem Kalibrieren über 33,77° und nach dem Kalibrieren über 38,23° des Umfanges der Lagerbohrung, wobei die Übergänge 24 mit 0,5 mm abgerundet werden.

Die Rillenkuppen 16k der Rillenstrukturen 15 liegen praktisch mit den kalibrierten Laufflächen 14 auf einer gemeinsamen Mantelfläche, wobei die Anlage der Rillenkuppe 16k an der Welle nur linienförmig oder streifenförmig sein kann.

#### Patentansprüche

1. Sintergleitlager für Motoren und Getriebe mit einer von einer Lagerbohrung gebildeten und mit Schmierstoff aus Schmierstoffdepots im Lager beaufschlagbaren Lauffläche, bei dem die Lagerbohrung über den Umfang verteilt abwechselnd hoch verdichtete, kleinporige Laufflächen und axial verlaufende niedrig verdichtete, offenporige Schmierstoffdepots aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schmieröldepots durch Rillenstrukturen (15) mit mindestens zwei Längsrillen (16) gebildet sind und dass zumindest in einem Teil der Rillenstrukturen (15) ein Teil der zwischen benachbarten Längsrillen (16) verbleibenden Rillenkuppen (16k) mit der von der Lagerbohrung (11) aufgenommenen Welle zur Schmierstoffübergabe in Kontakt stehen.
2. Sintergleitlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufnahmevermögen der Längsrillen (16r) der Rillenstrukturen (15) an das Volumen des beim Betrieb des Lagers aus dem Sintermetall verdrängten Schmierstoffes angepaßt ist.
3. Sintergleitlager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsrillen (16r) der Rillenstrukturen (15) als Kapillarrillen ausgebildet sind, wobei die Breite der Längsrillen (16r) mindestens 20-mal kleiner ist als die Steighöhe des Schmierstoffes in einer Glaskapillare mit einem Durchmesser von 1 mm.

4. Sintergleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsrillen (16r) am Rillengrund (17) und die Rillenkuppen (16k) mit einem Radius (z. B. 0,05 bis 0,30 mm) abgerundet sind, der mindestens 2-mal kleiner ist als die Breite (z. B. 0,30 bis 0,80 mm) der Längsrillen (16r). 5
5. Sintergleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillenkuppen (16k) nichttragend mit der Welle in Kontakt stehen.
6. Sintergleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, 10 dadurch gekennzeichnet, dass sich die Längsrillen (16r) mit einem Öffnungswinkel kleiner als 12° zur Welle hin konisch verbreitern.
7. Sintergleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass es durch Zusatz von 15 kurzfasrigen C-Fasern und/oder Keramikpartikeln und/oder anderen Partikeln in der Festigkeit verbessert ist.
8. Sintergleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in die Stirnseiten (12) und/oder die Außenfläche (13) zusätzliche, rillen- oder 20 sacklochartige offenporige Schmierstoffdepots eingebracht sind, die im Öffnungswinkel, der Breite und im Radius des Rillengrundes (17) an die entsprechenden Abmessungen der Längsrillen (16r) angepaßt sind.
9. Sintergleitlager nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmierstoffdepots in den Stirnseiten (12) als Radialrillen (22) ausgebildet sind. 25
10. Sintergleitlager nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass in die Stirnseiten (12) konzentrische Rillennetze und/oder Rillennetze (18) als 30 Schmierstoffdepots eingebracht sind, die über Radialrillen (19) zu den Laufflächen (14) geführt sind.
11. Sintergleitlager nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Rillennetze (18) länger als 0,2 mm ausgebildet sind. 35
12. Sintergleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in die Außenfläche (13) Längs- und/oder Umfangsrillen und/oder Längs- und/oder Umfangsrillenabschnitte (25) als Schmierstoffdepots eingebracht sind. 40
13. Sintergleitlager nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Längs- und Umfangsrillen und/oder Längs- und Umfangsrillenabschnitte (25) mittels querverlaufender Verbindungsrillen miteinander verbunden sind. 45
14. Sintergleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Tiefe (z. B. 0,5 mm) der Längsrillen (16r), der Sacklöcher (20a), der Radialrillen (22), der Rillennetze und/oder Rillennetze (18) und der Umfangsrillen und/oder 50 Umfangsrillenabschnitte (25) kleiner ist als die halbe Steighöhe des Schmierstoffs in einer Glaskapillare mit einem Durchmesser von 1 mm.
15. Sintergleitlager nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergänge (24) 55 von den Längsrillen (16r) zu den angrenzenden kalibrierten Laufflächen (14) abgerundet sind (z. B. 0,5 mm).

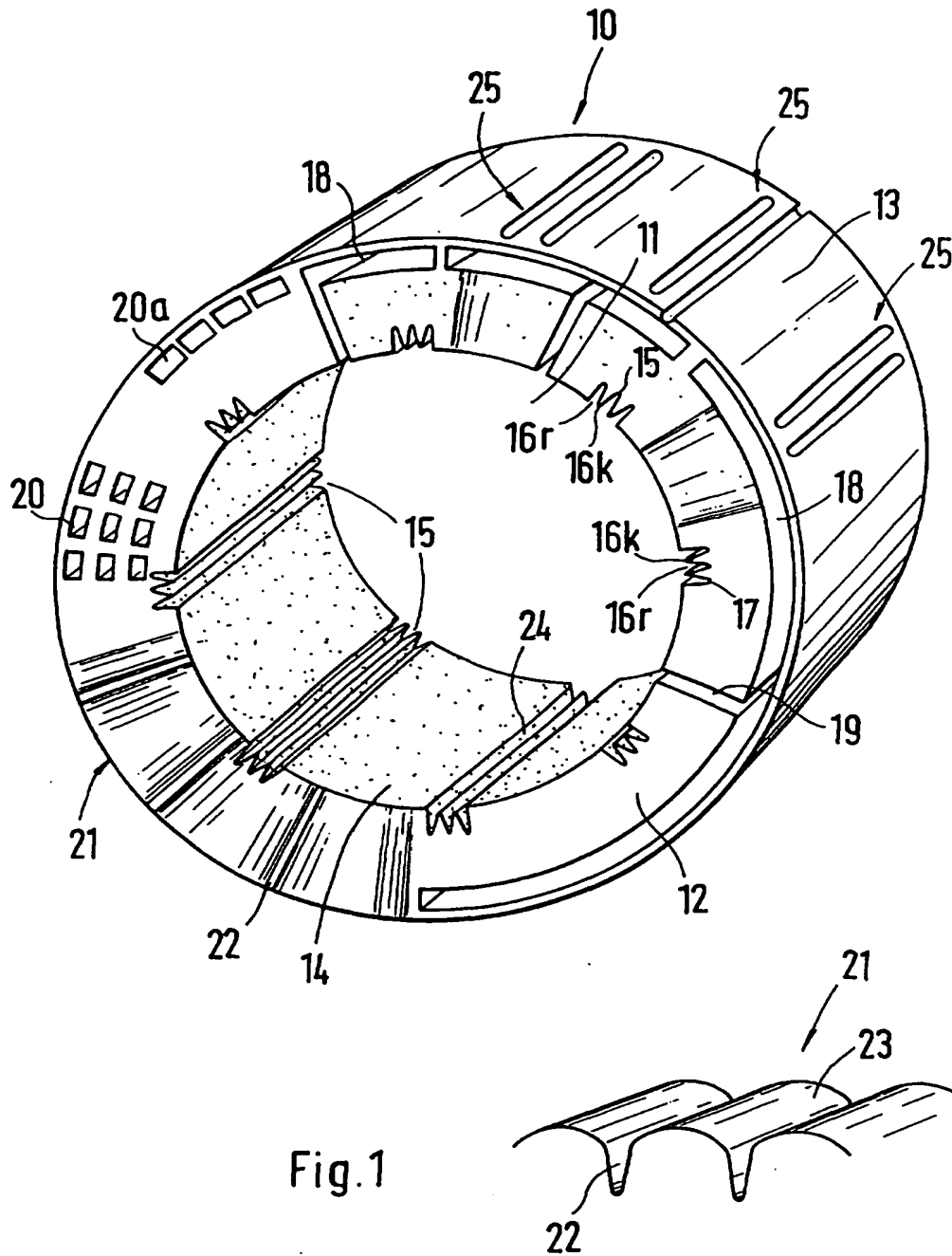
---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

60

65



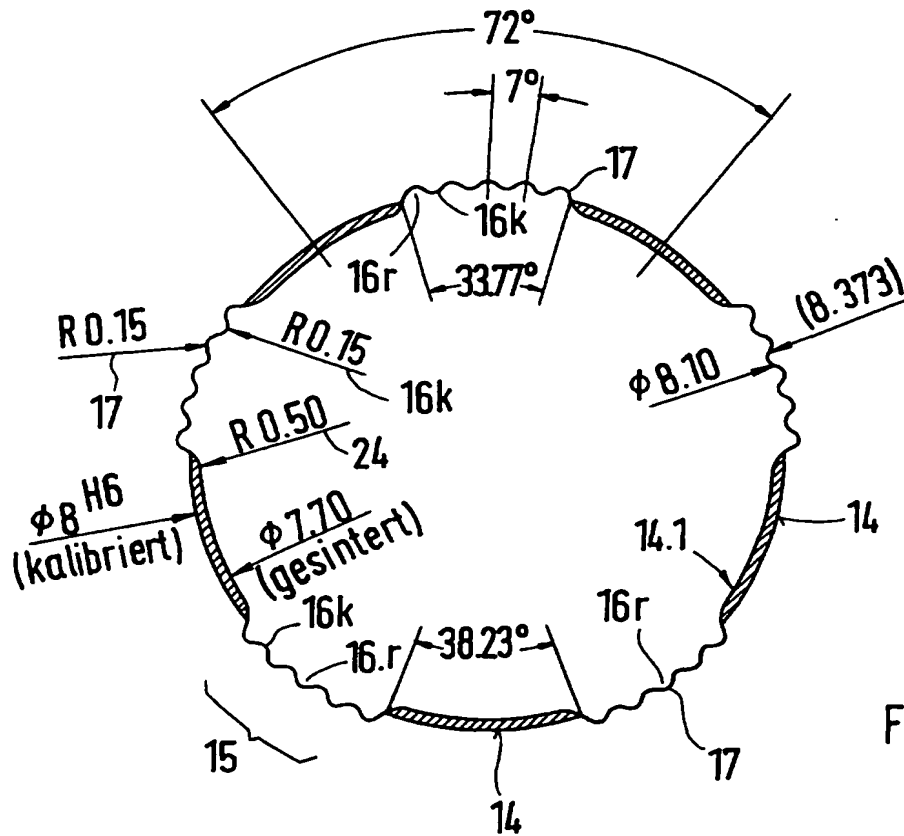


Fig. 2